

KLASIFIKASI TERUMBU KARANG DENGAN METODE ID3 (PEMETAAN DIGITAL DI KABUPATEN BINTAN

Wan Yali Irmansah, Nerfita Nikentari, ST, M.Cs, Martaleli Bettiza, S.Si, M.Sc
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH)

Jl. Politeknik Senggrang, Tanjungpinang 29115

E-MAIL: wanyali@ymail.com, private.niken@gmail.com, mbettiza@gmail.com

ABSTRAK

Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat rentan dan mudah mengalami kerusakan akibat eksploitasi sumberdaya lautan, labuh jangkar, limbah rumah tangga, industri, pertanian, penggunaan bahan peledak dan penangkapan ikan, penambangan karang, dan kekeruhan perairan akibat aktivitas daratan. Dalam meminimalkan kerusakan terumbu karang dibutuhkan sistem yang bisa memantau dan menentukan lokasi. Untuk mengolah dan menganalisa data klasifikasi Terumbu Karang pihak Dinas Kelautan dan Perikanan masih melakukan pendataan maupun pengolahan data secara manual, yang belum terhitung dengan efisien. Akibatnya waktu lebih banyak terbuang dan dari segi hasil perhitungan juga belum tentu akurat, tentu diperlukan waktu tambahan guna mengoptimalkan data klasifikasi terumbu karang tersebut. Dalam penelitian ini peneliti membangun aplikasi berbasis web untuk menyelesaikan masalah penentuan Klasifikasi dengan menggunakan Standar Kriteria Baku Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 tahun 2001 tentang Terumbu Karang dan Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Mutu Air Laut menggunakan metode algoritma ID3 dan *Naive Bayes*. Dengan metode algoritma ID3 dan *Naive Bayes* variabel yang digunakan dalam menentukan klasifikasi terumbu karang ialah tutupan, suhu, dan kecerahan. Dari penelitian yang dilakukan terhadap 30 lokasi data sample, metode algoritma ID3 menghasilkan hasil klasifikasi dengan akurasi 80 % dan *Naive Bayes* dengan tingkat akurasi 86%.

Kata kunci : Terumbu Karang, Klasifikasi, ID3, *Naive Bayes*.

ABSTRACT

Coral reefs ecosystem is very vulnerable and easily damaged due to the exploitation of resources of the ocean , anchor , household waste , industry , agriculture , the use of explosives and fishing , coral mining , and clouding the waters due to the activity of the mainland .In minimizing damage to coral reefs needed a system that can monitor and determining the location .To cultivate and analyzes data on the classification of coral reefs the department of marine and fisheries are still doing data collection and data processing manually , who has not been effective with efficient. As a result more time wasted and in terms of the calculations also not necessarily accurate , of course needed extra time in order to optimize data classification of the coral reefs .In this study researchers built web-based applications to solve the problems the determination of the classification of using standard criteria raw decision of the minister environmental number 04 year 2001 on coral reefs and the decision of the environmental ministry number 51 2004 about the quality of sea water using methods and id3 algorithms naive bayes. With the methods and algorithms id3 bayes ' naive variables that were used in determining classifications coral reefs is dungeon, temperature, and the brightness of.A research done on location data 30 sample a method of id3 algorithms produce results classifications with accuracy 80 % and naive bayes ' with the level of accuracy of 86 %.

Key Word: Coral Reefs, Classification, ID3, Naive Bayes

I. Pendahuluan

Sumber daya pesisir, Kabupaten Bintan Kepulauan Riau memiliki potensi sumberdaya yang cukup andal bila dikelola dengan baik. Perairan ini memiliki berbagai ekosistem laut yang merupakan tempat hidup dan memijah ikan-ikan laut seperti ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Mengingat 95,7% wilayah Provinsi Kepulauan Riau berupa laut, ekonomi kelautan dapat menjadi keunggulan kompetitif menuju Provinsi Kepulauan Riau yang maju, adil-makmur, dan bermartabat.

Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang penting karena menjadi sumber kehidupan bagi beraneka ragam biota laut. Di dalam ekosistem terumbu karang ini biasa hidup lebih dari 300 jenis karang, yang terdiri dari sekitar 200 jenis ikan dan berpuluh-puluh jenis moluska, crustacean, sponge, alga, lamun dan biota lainnya (Dahuri, 2000).

Rusaknya terumbu karang dapat mengakibatkan terganggunya fungsi-fungsi ekologis terumbu karang yang sangat penting, yaitu (1) hilangnya habitat tempat terumbu karang dapat berkembang dengan baik didaerah tropis. memijah, berkembangnya larva, dan mencari makan bagi banyak sekali biota laut yang sebgaiannya besar mempunyai nilai ekonomis tinggi dan (2) hilangnya pelindung pulau dari dampak kenaikan permukaan laut. Jika tidak ada karang batu yang menghasilkan sedimen kapur, maka fungsi terumbu karang sebagai pemecah ombak akan berkurang karena semakin dalamnya air sehingga abrasi pantai akan secara perlahan semakin intensif (Mahmudi, 2003).

Oleh karena itu, terumbu karang yang ada di Kabupaten Bintan perlu dipantau lokasinya dari yang masih baik maupun yang kritis. Agar kelestarian Terumbu Karang dapat dijaga

maupun ditangani dari kepunahan yang diakibatkan oleh ulah segelintir masyarakat yang tidak mengetahui penting dan manfaat terumbu karang itu sendiri. Untuk mengetahui tingkat situasi lokasi tersebut diperlukan sebuah sistem untuk menentukan lokasi. Sistem yang dapat membantu hal tersebut adalah sistem informasi geografis.

Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai salah satu alat yang bermanfaat untuk menangani data spasial dan menyimpan format digital. Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dapat digunakan sebagai alat bantu utama yang interaktif, menarik, dan menantang di dalam usaha-usaha untuk meningkatkan pemahaman, pengertian, pembelajaran mengenai konsep lokasi, ruang (spasial), dan unsur-unsur geografis yang terdapat di permukaan bumi.

Metode yang digunakan untuk klasifikasi Terumbu Karang adalah ID3 dan *Naive Bayes*. Metode ID3 mengolah berbagai kriteria - kriteria Terumbu Karang dengan klasifikasi Baik dan Rusak. Sehingga Klasifikasi Terumbu Karang tersebut efektif dan akurat.

Metode *Naive Bayes* menghitung peluang kriteria – kriteria terumbu karang dari masing – masing kelompok atribut yang ada, dan menentukan klasifikasi yang optimal.

Berdasarkan penjelasan di atas, yang melatar belakangi penulis untuk membuat suatu penelitian yang berjudul Klasifikasi Terumbu Karang Dengan Metode ID3 dan *Naive Bayes* (Pemetaan Digital di Kabupaten Bintan) dapat digunakan sebagai suatu alat dalam menampilkan informasi Terumbu Karang.

II. Kerangka Teori

A. Algoritma ID3

Algoritma ID3 atau Iterative Dichotomiser 3 (ID3) merupakan sebuah metode yang

digunakan untuk membuat pohon keputusan yang telah dikembangkan oleh J. Ross Quinlan tahun 1986. Algoritma ini menggunakan konsep dari entropy informasi. Algoritma ID3 dapat diimplementasikan menggunakan fungsi rekursif (fungsi yang memanggil dirinya sendiri (Holisatul, 2013)

langkah kerja Algoritma ID3 sebagai berikut :

1. Hitung Entropy dan Information gain dari setiap atribut dengan menggunakan rumus:

$$\text{Entropy (S)} = - P_+ \log_2 P_+ - P_- \log_2 P_-$$

S = ruang (data) sample yang digunakan untuk training.

P_+ = jumlah yang bersolusi positif (mendukung) pada data sample untuk kriteria tertentu.

P_- = jumlah yang bersolusi negatif (tidak mendukung) pada data sample untuk kriteria tertentu.

$$\text{Gain (S, A)} = \text{Entropy (S)} - \sum \frac{|S_v|}{|S|} \text{Entropy (S}_v)$$

S = ruang (data) sample yang digunakan untuk training.

A = atribut.

V = suatu nilai yang mungkin untuk atribut A

Nilai(A) = himpunan yang mungkin untuk atribut A.

$|S_v|$ = jumlah sample untuk nilai V.

$|S|$ = jumlah seluruh sample data.

Entropy(S_v) = entropy untuk sample-sample yang memiliki nilai V.

2. Pilih atribut yang memiliki nilai information gain terbesar.
3. Bentuk simpul yang berisi atribut tersebut.
4. Ulangi proses perhitungan information gain yang akan terus dilaksanakan sampai

semua data telah termasuk dalam kelas yang sama. Atribut yang telah dipilih tidak diikuti lagi dalam perhitungan nilai information gain.

B. Naive Bayes

Metode algoritma Bayesian merupakan pendekatan statistik untuk melakukan inferensi induksi pada persoalan klasifikasi. Klasifikasi Bayesian adalah klasifikasi statistik yang bisa memprediksi probabilitas sebuah kelas. Klasifikasi Bayesian ini dihitung berdasarkan Teorema Bayes ini:

$$P(C_i|X) = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

X : Data dengan kelas yang belum diketahui

C_i : Hipotesis data X merupakan suatu class spesifik

$P(C_i|X)$: probabilitas hipotesis C_i berdasarkan X

$P(C_i)$: probabilitas hipotesis C_i

$P(X|C_i)$: Probabilitas X berdasarkan kondisi pad hipotesis C_i

Untuk menentukan pilihan kelas, digunakan peluang maksimal dari C_i dengan fungsi :

$$\text{argamax} = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

karena nilai $P(X)$ konstan untuk semua kelas, maka $P(X)$ dapat diabaikan sehingga menghasilkan fungsi :

$$\text{argamax} = P(X|C_i) P(C_i)$$

III. Kajian Terdahulu

- A. Jurnal Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil, Rafael Almeida Magris dan Raquel Barreto. Studi

ini telah memetakan habitat mangrove melindungi lingkungan ini di seluruh kawasan lindung pesisir dengan menggunakan citra satelit Landsat terintegrasi dengan sistem informasi geografis (GIS) di seluruh pantai Brasil.

B. Menurut Bagus dkk (2012) melakukan penelitian tentang Perancangan Dan Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Untuk Jalan Menggunakan Metode ID3 (Studi Kasus Bappeda Kota Salatiga). Sistem ini dibuat untuk mengatasi, menyelenggarakan, dan merawat jalan yang berada di Kota Salatiga.

C. International Journal of Engineering and Technology (IJET), Ramanathan, Saksham Dhanda, Suresh Kumar. Melakukan studi membahas tentang bagaimana memprediksi hasil kinerja siswa dengan metode ID3 untuk peningkatan kualitas pendidikan tinggi.

D. Menurut Hersa Farida Qoriani (2012) melakukan penelitian tentang Sistem Informasi Geografis untuk mengetahui tingkat pencemaran limbah pabrik di Kabupaten Sidoarjo. Sistem Informasi Geografis ini dibuat berbasis web, pada penelitian ini sistem informasi ini menggunakan ketentuan baku mutu limbah cair kawasan industry surat keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, dengan perhitungan ini dapat diketahui pencemaran limbah cair yang dihasilkan pabrik dikawasan Sidoarjo.

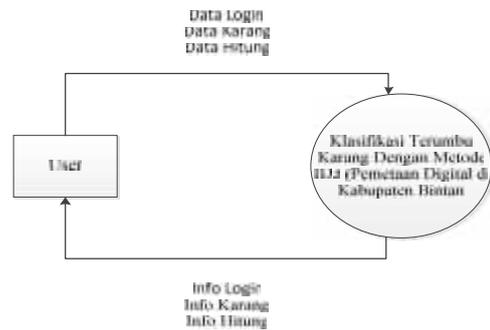
IV. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data- data yang dibutuhkan dari dinas terkait yaitu Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bintan.

B. Perancangan Sistem

Perancangan system ini seperti yang tampak pada gambar-gambar berikut;



Gambar 2. DFD Level 0

V. PEMBAHASAN

1. ID3

A. Penentuan Atribut

Atribut yang ditetapkan pada studi kasus ini ada 3 parameter / atribut. Tabel di bawah ini adalah tabel atribut untuk menentukan kriteria baku terumbu karang yang diperoleh dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 tahun 2001 tentang kriteria baku kerusakan terumbu karang dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang kriteria baku mutu air laut.

Atribut	Value	Range	Ket
Tutupan	Buruk	0 – 24,9	Persen %
	Sedang	25 – 49,9	
	Baik	50 – 74,9	
	Baik Sekali	75 – 100	
Suhu	Baik	28 – 30	Dalam °C
	Buruk	< 28 – >30	
Kecerahan	Baik	> 5	Dalam (m)
	Buruk	< 5	

B. Menghitung Entropy Dan Information gain

Pada tahap ini akan menghitung Entropy dan Information Gain menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2 pada bab II. Dimana untuk menghitung entropy dan information gain membutuhkan data sample terumbu karang dengan hasil yang ditentukan

dari persamaan 2.3 yang menentukan kualitas terumbu karang.

Hitung entropy :

$$\text{Entropy (S)} [18+, 12-] = -\frac{14}{20} \log_2 \left(\frac{14}{20} \right) - \frac{12}{20} \log_2 \left(\frac{12}{20} \right) = 0,9709$$

Hitung Gain dari tutupan, suhu kecerahan untuk menentukan gain:

- Atribut tutupan dengan nilai = baik sekali, baik, sedang, buruk

$$S_{\text{Baik sekali}} [5+, 0-] = -\frac{5}{20} \log_2 \left(\frac{5}{20} \right) - \frac{0}{20} \log_2 \left(\frac{0}{20} \right) = 0$$

$$S_{\text{Baik}} [4+, 3-] = -\frac{4}{20} \log_2 \left(\frac{4}{20} \right) - \frac{3}{20} \log_2 \left(\frac{3}{20} \right) = 0,9852$$

$$S_{\text{Sedang}} [3+, 3-] = -\frac{3}{20} \log_2 \left(\frac{3}{20} \right) - \frac{3}{20} \log_2 \left(\frac{3}{20} \right) = 1$$

$$S_{\text{Buruk}} [0+, 12-] = -\frac{0}{20} \log_2 \left(\frac{0}{20} \right) - \frac{12}{20} \log_2 \left(\frac{12}{20} \right) = 0$$

$$\text{Gain (S, Tutupan)} = 0,9709 - \left(\frac{5}{20} \right) 0 -$$

$$\left(\frac{7}{20} \right) 0,9852 - \left(\frac{6}{20} \right) 1 - \left(\frac{3}{20} \right) 0 = 0,5410$$

- Atribut suhu dengan nilai = baik, buruk

$$S_{\text{Baik}} [10+, 5-] = -\frac{10}{20} \log_2 \left(\frac{10}{20} \right) - \frac{5}{20} \log_2 \left(\frac{5}{20} \right) = 0,9182$$

$$S_{\text{Buruk}} [2+, 13-] = -\frac{0}{20} \log_2 \left(\frac{0}{20} \right) - \frac{12}{20} \log_2 \left(\frac{12}{20} \right) = 0,5665$$

$$\text{Gain (S, Suhu)} = 0,9709 -$$

$$\left(\frac{15}{20} \right) 0,9852 - \left(\frac{15}{20} \right) 0,5665 = 0,2285$$

- Atribut Kecerahan dengan nilai = baik, buruk

$$S_{\text{Baik}} [9+, 8-] = -\frac{9}{20} \log_2 \left(\frac{9}{20} \right) - \frac{8}{20} \log_2 \left(\frac{8}{20} \right) = 0,9975$$

$$S_{\text{Buruk}} [3+, 10-] = -\frac{3}{20} \log_2 \left(\frac{3}{20} \right) - \frac{10}{20} \log_2 \left(\frac{10}{20} \right) = 0,7793$$

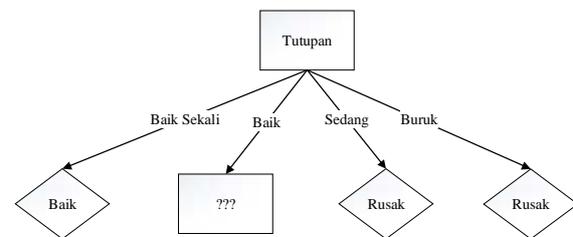
$$\text{Gain (S, Kecerahan)} = 0,721928095 -$$

$$\left(\frac{11}{20} \right) 0,9975 - \left(\frac{13}{20} \right) 0,7793 = 0,0679$$

Tabel 3 Hasil Hitung Entropy Dan Information Gain

Atribut	Kategori	Entropy	Information gain
Tutupan	Baik Sekali	0	0,5410
	Baik	0,9852	
	Sedang	1	
	Buruk	0	
Suhu	Baik	0,9182	0,2285
	Buruk	0,5665	
Kecerahan	Baik	0,9975	0,0679
	Buruk	0,7793	

Berdasarkan hasil perhitungan *information gain*, tampak bahwa atribut tutupan akan menyediakan prediksi terbaik untuk target atribut hasil.



Gambar 3 Pohon 1

Gambar 3 menjelaskan bahwa kriteria tutupan menjadi prioritas utama dalam menentukan hasil kriteria terumbu karang, dan diketahui jika nilai tutupan buruk dan sedang maka hasilnya rusak, jika nilai tutupan baik sekali maka hasilnya diterima jika nilai kriteria baik maka akan dilanjutkan ke langkah selanjutnya untuk mencari kriteria yang akan menjadi penilaian. Tabel menunjukkan data sample terumbu karang dengan kriteria tutupan yang bernilai baik untuk mencari atribut selanjutnya.

Tabel 4 Tabel Data Tutupan Kriteria Baik

Label Training	Tutupan	Suhu	Kecerahan	Hasil
C3	Baik	Buruk	Buruk	Rusak
C8	Baik	Baik	Baik	Baik
C11	Baik	Baik	Buruk	Baik
C17	Baik	Baik	Buruk	Baik
C18	Baik	Buruk	Buruk	Rusak
C24	Baik	Buruk	Buruk	Rusak
C3	Baik	Buruk	Buruk	Rusak

Hitung entropy:

$$\text{Entropy (S) [4+,3-]} = -\frac{4}{7} \log_2 \left(\frac{4}{7} \right) - \frac{3}{7} \log_2 \frac{3}{7}$$

$$= 0,9852$$

- Attribut suhu dengan nilai = baik, buruk

$$S_{\text{Baik}} [3+, 0-] = -\frac{3}{7} \log_2 \left(\frac{3}{7} \right) - \frac{0}{7} \log_2 \left(\frac{0}{7} \right)$$

$$= 0$$

$$S_{\text{Buruk}} [0+, 2-] = -\frac{0}{7} \log_2 \left(\frac{0}{7} \right) - \frac{2}{7} \log_2 \left(\frac{2}{7} \right)$$

$$= 0$$

$$\text{Gain (S, Suhu)} = 0,9852 - \left(\frac{3}{7} \right) 0 - \left(\frac{2}{7} \right) 0$$

$$= 0,9852$$

- Attribut kecerahan dengan nilai = baik, buruk

$$S_{\text{Baik}} [1+, 0-] = -\frac{1}{7} \log_2 \left(\frac{1}{7} \right) - \frac{0}{7} \log_2 \left(\frac{0}{7} \right)$$

$$= 0$$

$$S_{\text{Buruk}} [0+, 2-] = -\frac{0}{7} \log_2 \left(\frac{0}{7} \right) - \frac{2}{7} \log_2 \left(\frac{2}{7} \right)$$

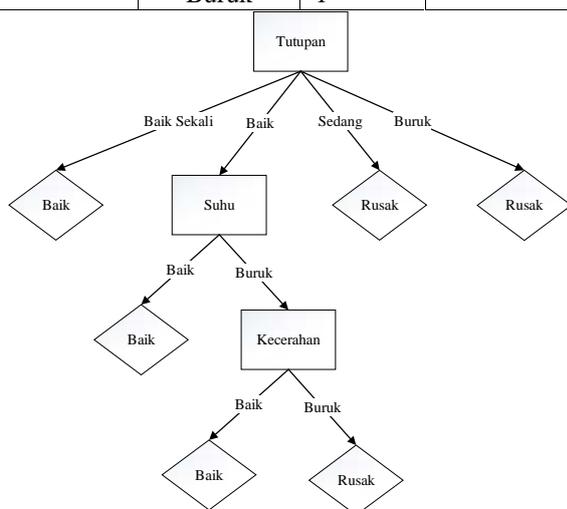
$$= 1$$

$$\text{Gain (S, Suhu)} = 0,9183 - \left(\frac{1}{7} \right) 0 - \left(\frac{2}{7} \right) 1$$

$$= 0,7852$$

Tabel 5 Hasil hitung entropy dan information gain

Atribut	Kategori	Entropy	Information gain
Suhu	Baik	0	0,9852
	Buruk	0	
Kecerahan	Baik	0	0,7852
	Buruk	1	



Gambar 4 Pohon Akhir

Gambar 4 merupakan hasil pohon keputusan dari data sample terumbu karang. Dari pohon keputusan

terlihat tutupan menjadi prioritas utama, disusul dengan suhu dan kecerahan. Maka dapat dibuat peraturan sebagai berikut:

If tutupan = baik sekali *Then* hasil = rusak

If tutupan = sedang *Then* hasil = rusak

If tutupan = buruk *Then* hasil = rusak

If tutupan = baik *And* suhu = baik *Then* hasil = baik

If tutupan = baik *And* suhu = buruk *Then* hasil = rusak

If tutupan = baik *And* kecerahan = baik *Then* hasil = baik

If tutupan = baik *And* kecerahan = buruk *Then* hasil = rusak

2. Naive Bayes

A. Hitung Probabilitas Hasil (P(Ci))

$$P(C_i|X) = \frac{\text{Jumlah Hasil } i}{\text{Jumlah Data Sample}}$$

Sehingga diasumsikan :

$$P(C_{\text{baik}}) = \frac{12}{30}$$

$$P(C_{\text{rusak}}) = \frac{18}{30}$$

B. Hitung Probabilitas Kategori Berdasarkan Kelayakan (P(Ci|X))

$$P(\text{Kriteria}|i) = \frac{\text{Jumlah Kriteria } i}{\text{Jumlah Kriteria}}$$

- Hasil Baik :

$$P(\text{tutupan} | \text{Baik}) = \frac{4}{12}$$

$$P(\text{suhu} | \text{Baik}) = \frac{10}{12}$$

$$P(\text{kecerahan} | \text{Baik}) = \frac{9}{12}$$

- Hasil Rusak :

$$P(\text{tutupan} | \text{Rusak}) = \frac{3}{18}$$

$$P(\text{suhu} | \text{Rusak}) = \frac{5}{18}$$

$$P(\text{kecerahan} | \text{Rusak}) = \frac{8}{18}$$

C. Hitung Nilai Bayesian (argamax = P(X|Ci)P(Ci))

$$P(C_{\text{baik}} | X) = \left(\frac{4}{12} \times \frac{10}{12} \times \frac{9}{12} \right) \times \frac{12}{30}$$

$$= 0,0824$$

$$P(\text{Crusak} | X) = \left(\frac{3}{18} \times \frac{5}{18} \times \frac{8}{18} \right) \times \frac{18}{20}$$

$$= 0,0103$$

Dari hasil contoh perhitungan di atas, maka dapat diketahui nilai tertinggi dari perhitungan di atas adalah : 0,0824. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menghasilkan klasifikasi Baik.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Hasil perbandingan dengan metode ID3 dan Naive Bayes dari penelitian yang dilakukan terhadap 30 data sample, metode ID3 dan Naive Bayes menghasilkan jumlah kesamaan hasil klasifikasi berdasarkan data Dinas Kelautan Dan Perikanan Kabupaten Bintan. Data kesamaan ID3 dengan dinas data 24 data dengan persentase kesamaan 80 % dan kesamaan data Naive Bayes dengan data dinas 26 data dengan persentase 86 %. Sehingga metode Naive Bayes menjadi metode yang tingkat kesamaan lebih tinggi diatas ID3

B. SARAN

Ada beberapa saran yang perlu disampaikan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Pada sistem ini, Terumbu Karang yang tersedia hanya di Kabupaten Bintan sehingga diharapkan dapat ditambah untuk didaerah lainnya.
2. Diharapkan Sistem ini dapat berkembang sesuai zaman dan tidak berbasis web lagi tetapi dapat dikembangkan dan berjalan di platform seperti Android, IOS dan Blackberry.

VII. DAFTAR PUSTAKA

Bagus, dkk. 2012. *Perancangan Dan Implementasi Sistem Pendukung*

Keputusan untuk Jalan Menggunakan Metode ID3 (Studi Kasus Bappeda Salatiga). Jurnal Teknologi Informasi-Aiti, Vol. 9. No.2, Agustus 2012 : 101 – 200

Baker dan Kaeoniam, 1986 dalam Damanhuri.

H., 2003. *Terumbu Karang Kita*. Jurnal *Mangrove dan Pesisir Vol. III No. 2*. Pusat Kajian Mangrove dan Kawasan Pesisir Universitas Bung Hatta. Hal. 28 – 33.

Dahuri, R. 2000. *Pendayagunaan sumberdaya kelautan untuk kesejahteraan masyarakat*. LISPI. Jakarta.

Darwin, C.R. 1842. *The Structure and Distribution of Coral Reefs in Dubinsky, Z. ed. Pages 1 – 8 p. Ecosystems of the World 25. Coral Reef*. Elsevier. Amsterdam. 1990.

Elly, Muhamad Jafar. 2009. *Sistem Informasi Geografi Menggunakan Aplikasi ArcView 3.2 dan ERMapper 6.4*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

Harudin. A, Edi Purwanto, Sri Budiastuti. 2011. *Dampak Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Hasil Penangkapan Ikan Oleh Nelayan Secara Tradisional di Pulau Siompu Kabupaten Buton Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurnal EKOSAINS, Vol. III, No. 3, November 2011.

Holisatul Munawaroh, Bain Kusnul, Yeni Kustiyahningsih. 2013. *Perbandingan Algoritma ID3 dan C5.0 Dalam Identifikasi Penjurusan Siswa SMA*. Vol. 1, No. 1, Juni 2013, hlm 1-12.

Mahmudi M, 2003. *Studi Kondisi Ekosistem Terumbu Karang Serta Strategi Pengelolaannya (Studi Kasus Di Teluk Semut Sendang Biru Malang) Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor*.

- Meadows dan Campbell, 1988 dalam Damanhuri. H., 2003. Terumbu Karang Kita. Jurnal Mangrove dan Pesisir Vol. III No. 2. Pusat Kajian Mangrove dan Kawasan Pesisir Universitas Bung Hatta. Hal. 28 – 33.
- Nash, S.V. 1989. *Reef Diversity Index Survey Method For Nonspecialist. Tropical Coastal Area Management Newsletter*. Philippines. 4(3) : 14 – 17.
- Prahasta, Eddy. 2009. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Penerbit Informatika Bandung.
- Rafael Almeida Magris, Raquel Barreto “ *Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil*”. Jurnal Penelitian PANAMJAS Volume 5, No. 4, Agustus 2010.
- Ramanathan, Saksham Dhanda, Suresh Kumar. *Predicting Students’ Performance using Modified ID3 Algorithm*. International Journal of Engineering and Technology (IJET), Vol 5 No 3 Jun-Jul 2013
- Saenger, P., E.J. Hegerl & J.D.S. Davie. 1983. *Global Status of mangrove Ecosystems*. IUCN Commission on Ecology Papers.
- Soerianegara, I. 1987. *Masalah Penentuan Batas Lebar Jalur Hijau Hutan Mangrove*. Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove. Jakarta.
- Tazin Malgundkar, Madhuri Rao, Dr. S.S. Mantha. *GIS Driven Urban Traffic Analysis Based On Ontology*. International Journal of Managing Information Technology Volume 4, No. 1, February 2012
- Veron, J. E. N. 1986. *Coral of Australia and The Indo-Pasific*. The Australian Institute of Marine Science. Angus & Robertson Publishers. Australia. 644 p.
- Wahyudin. 2009. *Metode Iterative Dichotomizer 3 (ID3) Untuk Penyeleksian Penerimaan Mahasiswa Baru*. Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi (PTIK), Vol. 2. No. 2 Desember 2009
- Welly Marthen. 2001. *Terumbu Karang Lestari*. Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup Bali. PPLH Bali dan PADI Foundation. Cetakan I, Juli 2001. 14 Hal.